

# EVALUACION AGRONOMICA DE DOS ESPECIES DE LUPINO *Lupinus albus* Y *Lupinus mutabilis* COMO ALTERNATIVAS DE FORRAJE SUPLEMENTARIO EN SECANO<sup>1</sup>

## Evaluation of two lupin species *Lupinus albus* and *Lupinus mutabilis* as fodder crops under dryland conditions

Oriella Romero Y.<sup>2</sup>, Sergio Hazard T.<sup>2</sup>, María Graciela Márquez B.<sup>2</sup> y Mauricio Hiriart L.<sup>2</sup>

### SUMMARY

With the aims of assessing dry matter accumulation potential, quality and cutting time of lupin as supplementary feed, soiling and or silage as an alternative under low forage supply. *Lupinus albus*, cv. Multolupa, Victoria and *L. mutabilis*, cv. Inti, were tested under dryland conditions in a split-plot design, with three replicates. The sowing was in August 91 with a sowing rate of 160 kg/ha in *L. albus* and 100 kg/ha in *L. mutabilis*. Fertilizing at sowing was 16 kg of N/ha, 19,6 kg of P, 18 kg of K, 22 kg of Sulphur and 18 kg of MgO.

The results obtained at first cutting indicated a similar production of dry matter between cultivars and lupin species with 3.7 and 4.4 ton D.M./ha. This trend continued until the third cutting with a yield of 4.0 to 5.6 ton D.M./ha. From the fourth cutting an increasing dry matter accumulation occurred in Victoria cultivar as compared with Inti. The highest dry matter accumulation for the whole period was obtained with *Lupinus albus* cv. Multolupa with 17.1 ton D.M./ha in relation to the other cultivars (Victoria and Inti) with only 14 ton/ha ( $P < 0.01$ ).

The highest protein content of 25% was obtained in the fourth cut with Multolupa and Victoria. From this cutting on the protein content decreased. Differences in protein content between cultivars were observed and were associated to a different precocity of the cultivars evaluated.

The metabolizable energy recorded in the cultivars fluctuated from 2.9 to 3.2 Mcal/kg D.M. The highest values were recorded at the first cutting, and Multolupa showed the highest value during whole period of evaluation.

**Key words:** *Lupinus albus*, *Lupinus mutabilis*, cultivars, chemical composition, protein, energy value, dry matter content, dryland.

### INTRODUCCION

En la selección de forrajes suplementarios es importante considerar el volumen, calidad, época de producción del forraje y costos de producción de la materia seca.

El lupino como planta leguminosa presenta excelentes características forrajeras, para ser utilizadas como forraje suplementario, debido a su alto contenido de proteína y capacidad de fijación de N y bajos requerimientos de nutrientes (Lorca, 1983). El otro aspecto relevante del lupino es su extraordinario desarrollo radical y la capacidad de liberar fósforo (Gardener, Parbery y Barber, 1982).

En relación con la producción de materia seca del lupino como forraje destinado a ensilaje en seco, se han obtenido producciones de 7 a 8 ton de m.s./ha con el cultivar Alca y de 12 a 14 ton de m.s./ha en condiciones de riego. El contenido de proteína ha variado entre 12 a 14% (Romero y Demanet, 1988).

Existe información extranjera en otras especies de lupino, como *Lupinus angustifolius* y *Lupinus albus*, utilizados para "soiling" como suplemento verde durante el período de sequía, recomendándose el pastoreo al inicio de floración, con el objeto de lograr un rebrote.

En Nueva Zelanda, el lupino dulce y amargo, son utilizados como forraje verde de verano en la engorda de ovinos (Hill, 1988). Esta práctica ha disminuido por el aumento de la superficie de

<sup>1</sup>Recepción de originales: 4 de enero de 1993.

<sup>2</sup>Estación Experimental Carillanca (INIA), Casilla 58-D, Temuco, Chile.

siembra de otros cultivos de verano, especialmente alfalfa.

Burt y Hill (1990a) lograron producciones en *L. angustifolius* de 9.500 kg/ha con plantas pastoreadas al inicio de formación de vainas. En este mismo estudio no se apreciaron diferencias en producción, debido a la población. Referente a la calidad, en términos de concentración de nitrógeno en el forraje, se han logrado valores máximos de 3,85% del estado de prefloración, con una densidad de 60 pl./m<sup>2</sup> y valores inferiores a 3,4% en densidades de 100 pl./m<sup>2</sup> en *L. angustifolius*, cv. Uniharvest.

El contenido de nitrógeno en este estudio se vio afectado por la densidad de plantas, aumentando la densidad de éstas para maximizar producción de materia seca, ya que puede afectar la calidad del forraje, reduciendo la concentración de N. (Burt y Hill, 1990b) señalan valores de energía de 2,86 Mcal/kg, utilizado como forraje verde al estado de prefloración en *L. angustifolius*.

La investigación nacional del uso del lupino como forraje suplementario de verano, utilizado como soiling o pastoreo y ensilaje en invierno, es escasa en términos de época de corte, variedades y calidad.

El presente estudio tiene como objetivo evaluar el potencial de producción, de dos especies y tres cultivares de lupino y la incidencia de la época de corte (días) sobre la calidad del forraje, ya sea como soiling o ensilaje.

## MATERIALES Y METODOS

Dos especies de lupino dulces *Lupinus mutabilis* y *Lupinus albus* fueron sembrados el 28 de agosto de 1991, en un suelo de transición de la Estación Experimental Carillanca (INIA). La fertilidad inicial del suelo al momento de la siembra fue de N = 18 mg/kg; P = 12 mg/kg y K = 195 mg/kg.

La siembra se realizó después de un barbecho de pradera naturalizada. La dosis de siembra utilizada correspondió a 100 kg/ha de *L. mutabilis* y 160 kg en *L. albus* ambos inoculados. Se utilizó un herbicida de pre-siembra, Simazina, en dosis de 1 L/ha.

La fertilización a la siembra se realizó con 16 kg de N, 19,6 kg de P, 18 kg de K, 18 kg de MgO y 22 kg de S.

Los tres tratamientos evaluados correspondieron a: *L. mutabilis*, cv. Inti y *L. albus*, cv. Multolupa y Victoria, establecidos en un diseño de parcelas divi-

das, con tres repeticiones y donde los subtratamientos fueron los cortes.

El análisis estadístico usado correspondió a parcelas divididas, donde la parcela principal correspondió a cultivar y la subparcela a los cortes. Cada cultivar fue sembrado en parcelas de 2 x 6 m con tres repeticiones.

A partir de los 95 días después de la siembra hasta los 152 días, se cortó semanalmente 1 m lineal de cada especie y cultivar de lupino. Al momento del corte se determinó el estado fenológico, altura y rendimiento en base a materia seca.

Las muestras cortadas fueron secadas en un horno con aire forzado a temperatura de 75 °C, por 72 horas. Posteriormente, las muestras fueron analizadas en términos de calidad como proteína y energía metabolizable, calculada a partir de la digestibilidad *in vitro* enzimática (lowerth y Jones, 1975), modificada por Aufrere (1982).

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Producción de materia seca

En el Cuadro 1 se presenta la producción, base materia seca, de las dos especies de lupino y sus respectivos cultivares. El primer corte se realizó a los 95 días, época en que *L. mutabilis*, cv. Inti, presentaba primordio floral, a diferencia de los cultivares Multolupa y Victoria que presentaban sólo el inicio de primordio floral.

La producción del primer corte fue de 3,7 a 4,4 ton de m.s./ha, no presentándose diferencias significativas entre los lupinos evaluados ( $P > 0,01$ ). En los cortes realizados hasta los 112 días ( $C_2$  y  $C_3$ ), época en que se presentaba la primera floración, no se apreciaron diferencias en producción ( $P > 0,01$ ), pero sí se observó tendencias a mayor acumulación de m.s. en la especie *L. albus* que es más tardía en floración que *L. mutabilis* (Cuadro 1).

Mediciones realizadas después del tercer corte indican un comportamiento similar entre los cultivares de *L. albus*, Multolupa y Victoria, y ambos, estadísticamente diferentes ( $P \leq 0,05$ ) con *L. mutabilis*, cv. Inti. El corte realizado a partir de la segunda floración a caída de hojas, destinados a la evaluación del potencial de los materiales para ensilaje, indican una mayor producción en *L. albus*, cv. Multolupa y Victoria, con valores de 18 a 20 ton/ha, comparados con sólo 12,5 ton/ha en cv. Inti ( $P \leq 0,01$ ).

**CUADRO 1. Rendimiento por corte ton m.s./ha de dos especies de lupinos dulces *Lupinus albus* y *L. mutabilis*. Diciembre 1991 a febrero 1992**

**TABLE 1. Yield at each cutting ton D.M./ha in two sweet lupin species *L. albus* and *L. mutabilis*. December 1991 to February 1992**

Fechas de corte	Siembra a corte, días	Cultivares			Promedio cortes
		Inti	Multolupa	Victoria	
02.12	95 (C <sub>1</sub> )	3,91 Da	4,44 Da	3,73 Ea	4,03
09.12	104 (C <sub>2</sub> )	3,53 Da	5,53 Da	4,15 Ea	4,41
16.12	112 (C <sub>3</sub> )	4,01 Da	5,62 Da	5,30 EDa	4,97
23.12	117 (C <sub>4</sub> )	4,63 Da	5,99 Dab	6,88 CDa	5,83
30.12	124 (C <sub>5</sub> )	6,66 Cc	9,75 Ca	8,21 BCb	8,20
06.01	131 (C <sub>6</sub> )	7,51 Cb	10,92 C	8,99 B	9,14
10.01	135 (C <sub>7</sub> )	9,88 Bb	17,91 Ba	16,98 Aa	14,92
20.01	145 (C <sub>8</sub> )	10,70 Bb	18,42 Ba	17,92 Aa	15,68
27.01	152 (C <sub>9</sub> )	12,50 Ab	20,48 Aa	18,45 Aa	17,14

Análisis de variancia: Efecto cultivar\*\*, Efecto corte\*\*, Interacción: corte x cultivar\*\*.

\*\*Diferencias estadísticamente significativas ( $P \leq 0,01$ ), según Prueba de Duncan.

Cifras con distintas letras mayúsculas en sentido vertical indican diferencias debido a corte dentro de la variedad ( $P \leq 0,01$ ).

Cifras con distinta letra minúscula en sentido horizontal indican diferencias debido a variedad para un mismo corte ( $P \leq 0,01$ ).

La producción de materia seca (ton m.s./ha), en lupino destinada a forraje, estuvo directamente correlacionada con los días transcurridos de siembra a cosecha. Las curvas de regresión, de estimación de la m.s., para los cultivares Inti, Multolupa y Victoria fueron representadas por las siguientes ecuaciones respectivas:  $Y = 21,1375 - 0,4135x + 0,00237x^2$  ( $R^2 = 0,89$ );  $Y = 29,5358 - 0,6435x + 0,0039x^2$  ( $R^2 = 0,89$ );  $Y = -11,8505 - 0,3378x + 0,0025x^2$  (Figura 1).

La altura al momento de cada corte se presenta en la Figura 2; en ella se aprecian diferencias en altura del material evaluado, en cada corte, presentando el cultivar Victoria una mayor altura.

#### Contenidos de materia seca

En el Cuadro 2 se observa que el cultivar Inti presentó un mayor porcentaje de materia seca al primer corte, en este momento presentaba inicio de estructuras florales, indicando su mayor precocidad. Esta diferencia se mantuvo a través de los cortes, lográndose contenidos de 26, 24 y 22% en el último corte, para los cultivares Inti, Multolupa y Victoria, respectivamente.

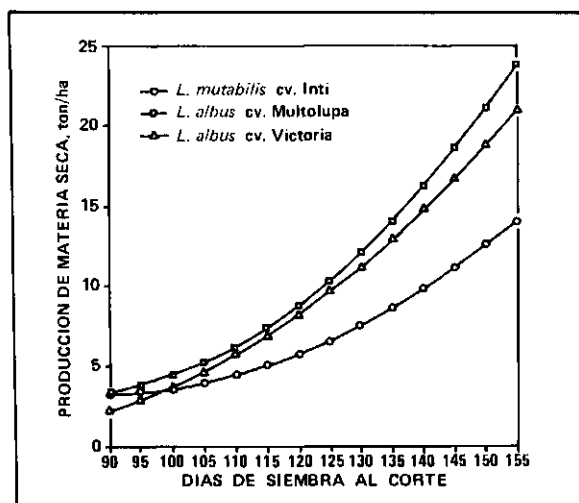


FIGURA 1. Producción de materia seca en tres cultivares de lupino (ton/ha) como forraje suplementario a través del tiempo.

FIGURE 1. Dry matter yield (ton/ha) in three cultivar of lupin as fodder crop through the time.

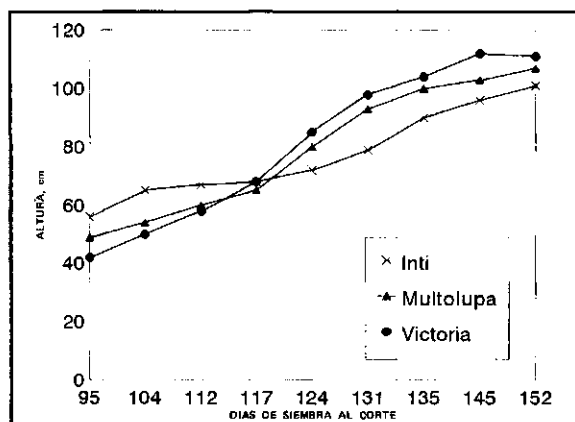


FIGURA 2. Variación de la altura (cm) en *L. albus*, cv. Multolupa y Victoria y *L. mutabilis*, cv. Inti a través del tiempo.

FIGURE 2. Changes in height (cm) in *L. albus*, cv. Multolupa and Victoria and *L. mutabilis*, cv. Inti through the time.

**CUADRO 2. Cambios en el porcentaje de m.s. en dos especies de lupinos, *L. albus* y *L. mutabilis***

**TABLE 2. Change in dry matter percentage in two lupin species, *L. albus* and *L. mutabilis***

Siembra a corte, días	Cultivares			Promedio cortes	Error estándar ( $S\bar{x}$ )
	Inti	Multolupa	Victoria		
95 (C <sub>1</sub> )	13,8	12,9	11,9	12,8	0,548
104 (C <sub>2</sub> )	14,2	13,9	13,3	13,8	0,264
112 (C <sub>3</sub> )	14,2	14,9	14,4	14,5	0,208
117 (C <sub>4</sub> )	15,4	14,3	14,4	14,7	0,351
124 (C <sub>5</sub> )	16,1	15,8	15,0	15,6	0,328
131 (C <sub>6</sub> )	19,0	16,0	15,0	16,6	1,201
135 (C <sub>7</sub> )	20,0	17,0	16,0	17,6	1,201
145 (C <sub>8</sub> )	24,8	20,0	19,0	21,6	1,790
152 (C <sub>9</sub> )	26,0	25,0	22,0	24,3	1,200

**Calidad del forraje**

Los porcentajes de proteína fluctuaron en el rango de 21 a 27% desde el primer corte realizado a los 95 días, hasta el cuarto corte, efectuado a los 117 días (Cuadro 3). Estos valores corresponden a los estados fenológicos de inicio de primordio floral en *L. mutabilis* y estado de 8 hojas en *L. albus*, forraje que podría ser usado como forraje suplementario de verano, a la forma de soiling y pastoreo. En esta época las praderas, especialmente las de secano, presentan contenidos de proteína inferiores al 12% (Rojas y Romero, 1990).

A partir del cuarto corte (117 días), que coincidió con la floración, se observó una baja en el contenido de proteína en todo el material evaluado. Sin embargo, el contenido mínimo registrado fue superior a 15,5%.

La producción total de proteína/ha a través de los cortes se presenta en el Cuadro 4. Se aprecia un efecto del cultivar y la época de corte sobre el contenido de proteína/ha. Dentro del cultivar Inti las mayores producciones se logran a partir de los 135 días de siembra a cosecha, se presentan variaciones significativas en los cortes posteriores.

Las variaciones en la producción de proteína en Multolupa indican que la mayor producción ocurre en el corte (C<sub>7</sub>) a los 135 días similar a lo obtenido con el cultivar Inti. Sin embargo, al comparar la producción entre cultivares en este corte la producción de Inti es de sólo 1,95 comparada con 4,25 ton Pt/ha en Multolupa. Finalmente el cultivar Victoria presenta la mayor producción a partir de los 145 días, lográndose producciones similares a Multolupa a partir de este corte y estadísticamente diferentes a Inti ( $P \leq 0,01$ ).

**CUADRO 3. Variación del contenido de proteína (%) en dos especies de lupino, *L. albus* y *L. mutabilis***

**TABLE 3. Changes in the protein content (%) in two lupin species, *L. albus* and *L. mutabilis***

Fechas de corte	Siembra a corte, días	Cultivares			Promedio	Error estándar ( $S\bar{x}$ )
		Inti	Multolupa	Victoria		
02.12	95 (C <sub>1</sub> )	21,37	22,16	24,90	22,81	1,069
09.12	104 (C <sub>2</sub> )	21,37	22,47	21,55	21,49	0,581
16.12	112 (C <sub>3</sub> )	23,00	23,94	23,80	23,58	0,292
23.12	117 (C <sub>4</sub> )	21,63	25,22	27,07	24,64	1,596
30.12	124 (C <sub>5</sub> )	18,37	19,63	18,08	18,69	0,475
06.01	131 (C <sub>6</sub> )	17,70	17,48	15,54	16,90	0,687
10.01	135 (C <sub>7</sub> )	19,76	23,76	18,88	19,13	2,870
20.01	145 (C <sub>8</sub> )	16,25	17,06	18,63	17,31	0,698
27.01	152 (C <sub>9</sub> )	16,44	19,17	18,20	17,93	0,799

**CUADRO 4. Producción total de proteína (ton/ha) en distintas épocas de cosecha en dos especies de lupino *L. albus* cv. Multolupa, Victoria y *L. mutabilis* cv. Inti****TABLE 4. Total protein (ton/ha) at different harvesting time in two lupin species *L. albus* Multolupa, Victoria y *L. mutabilis* cv. Inti**

Fechas de corte	Siembra a corte, días	Cultivares		
		Inti	Multolupa	Victoria
02.12	95 (C <sub>1</sub> )	0,83 Da	0,98 Ea	0,93 Ea
09.12	104 (C <sub>2</sub> )	0,73 Db	1,24 EDa	0,89 Eab
16.12	112 (C <sub>3</sub> )	0,92 CDa	1,34 EDa	1,26 Da
23.12	117 (C <sub>4</sub> )	1,00 CDc	1,50 Db	1,86 Ca
30.12	124 (C <sub>5</sub> )	1,22 BCb	1,91 Ca	1,48 Db
06.01	131 (C <sub>6</sub> )	1,32 Bb	1,91 Ca	1,40 Db
10.01	135 (C <sub>7</sub> )	1,95 Ab	4,25 Aa	2,35 Bb
20.01	145 (C <sub>8</sub> )	1,73 Ab	3,14 Ba	3,34 Aa
27.01	152 (C <sub>9</sub> )	2,05 Ab	3,92 Aa	3,36 Aa

Análisis de variancia: Efecto cultivar\*\*. Efecto corte\*\*. Interacción: corte x cultivar\*\*.

\*\*Diferencias estadísticamente significativas ( $P \leq 0,01$ ), según Prueba de Duncan.

Cifras con distintas letras mayúsculas en sentido vertical indican diferencias debido a corte dentro de la variedad ( $P \leq 0,01$ ).

Cifras con distinta letra minúscula en sentido horizontal indican diferencias debido a variedad para un mismo corte ( $P \leq 0,01$ ).

Los valores obtenidos de digestibilidad de la celulosa, en los primeros cortes, permitieron determinar que el contenido de energía metabolizable fluctuó entre 2,9 y 3,2 Mcal/kg de m.s. Los mayores cambios ocurrieron a partir del cuarto corte, realizado el 23 de diciembre. Las mayores variaciones se registraron en *L. mutabilis*, cv. Inti y en *L. albus*, cv. Victoria. El cv. Multolupa presentó valores de energía metabolizable de 2,86 Mcal/kg de m.s. al final del período, superiores a 'Inti' y 'Victoria' (Cuadro 5).

La estimación de la energía metabolizable (Mcal/kg m.s.), a través de los días de siembra a cosecha para los cultivares de lupino, se indica en las siguientes ecuaciones:

$$\begin{aligned} \text{Inti} & Y = 6,9067 - 0,063564x + 0,00026x^2 \\ & (R^2 = 0,74). \\ \text{Multolupa} & Y = 9,9588 - 0,1161x + 0,000456x^2 \\ & (R^2 = 0,74). \\ \text{Victoria} & Y = 10,906 - 0,1224x + 0,00044x^2 \\ & (R^2 = 0,84). \end{aligned}$$

**CUADRO 5. Variación de la energía metabolizable de (Mcal/kg de m.s.) en dos especies de lupino para forraje, *L. albus* y *L. mutabilis*****TABLE 5. Change in metabolizable energy Mcal/kg D.M. in two lupin species as forage, *L. albus* and *L. mutabilis***

Siembra a corte, días	Cultivares			Error estándar (S $\bar{x}$ )
	Inti	Multolupa	Victoria	
95 (C <sub>1</sub> )	2,92	2,98	3,20	0,043
104 (C <sub>2</sub> )	2,92	2,87	2,92	0,055
112 (C <sub>3</sub> )	2,67	2,72	2,81	0,017
117 (C <sub>4</sub> )	2,41	2,72	2,80	0,220
124 (C <sub>5</sub> )	2,55	2,54	2,41	0,060
131 (C <sub>6</sub> )	2,40	2,41	2,29	0,078
135 (C <sub>7</sub> )	2,61	2,56	2,28	0,055
145 (C <sub>8</sub> )	2,34	2,78	2,57	0,077
152 (C <sub>9</sub> )	2,54	2,86	2,59	0,020

En el Cuadro 6 se presenta la producción total de energía metabolizable por cultivar.

**CUADRO 6. Variación de la energía metabolizable de (Mcal/kg de m.s.) en dos especies de lupino para forraje, *Lupinus albus* y *Lupinus mutabilis* y producción de energía metabolizable Mcal/kg/m.s.**

**TABLE 6. Change in metabolizable energy Mcal/kg d.m. in two lupin species as forage, *Lupinus albus* and *Lupinus mutabilis* and total production of metabolizable energy/ha**

Siembra a corte, días	Cultivares		
	Inti	Multolupa	Victoria
95 (C <sub>1</sub> )	11,42 Da	13,23 Ea	11,95 Da
104 (C <sub>2</sub> )	10,32 Da	15,87 Ea	12,12 Da
112 (C <sub>3</sub> )	10,71 Da	15,24 Ea	14,88 Ca
117 (C <sub>4</sub> )	11,15 Db	16,28 Ea	19,27 Ca
124 (C <sub>5</sub> )	16,97 Cb	24,77 Da	19,77 Cb
131 (C <sub>6</sub> )	18,02 Cb	26,32 Da	20,63 Cb
135 (C <sub>7</sub> )	25,71 Bb	45,85 Ca	38,71 Ba
145 (C <sub>8</sub> )	25,03 Bb	51,21 Ba	46,06 Aa
152 (C <sub>9</sub> )	31,76 Ac	58,57 Aa	47,87 Ab

Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas a través de los cortes en cada variedad, según Prueba de Duncan ( $P \leq 0,01$ ).

Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre variedad en cada cortes, según Prueba de Duncan ( $P \leq 0,01$ ).

## CONCLUSIONES

- La acumulación de materia seca, en los tres primeros cortes destinados a soiling, no presentó diferencias entre especies y variedades, y alcanzó a valores sobre 4 ton.
- El *Lupinus mutabilis*, cv. Inti, presenta una floración más temprana que los *Lupinus albus*, con una floración intermedia para el cv. Multolupa y tardía en el cv. Victoria en producción de ensilaje.
- La máxima acumulación de materia seca se logró en los cultivares Multolupa y Victoria, con producciones de 18,5 a 20 ton/ha de m.s., presentando diferencias significativas con *Lupinus mutabilis* ( $P \leq 0,05$ ).
- La energía metabolizable fluctuó entre 2,9 a 3,2 Mcal/kg m.s., observándose diferencias entre variedades.
- La calidad del lupino, en términos de proteína y energía, indica que es una buena alternativa energético-proteico que requiere una evaluación con animales de su valor nutritivo.

## RESUMEN

Con el objeto de determinar el potencial de producción y acumulación de m.s., calidad y época de corte del lupino destinado a producción de forraje suplementario, se evaluaron dos especies de lupino, bajo condiciones de secano, *Lupinus albus*, cv. Multolupa y Victoria y *L. mutabilis*, cv. Inti, en un diseño de parcelas divididas con tres repeticiones. La siembra se realizó en agosto de 1991, con una dosis de semilla de 160 kg/ha en *L. albus* y 100 kg/ha en *L. mutabilis*. La fertilización a la siembra fue de 16 kg de N, 19,6 kg de P, 18 kg de K, 22 kg de S y 18 kg de MgO.

Los resultados obtenidos en el primer corte indican producciones similares entre los cultivares y especies de lupino, con valores de 3,7 a 4,4 ton m.s./ha, manteniéndose esta tendencia hasta el tercer corte, con producciones en el rango de 4,0 a 5,6 ton/ha. A partir del cuarto corte se aprecia una mayor acumulación de forraje en el cultivar Victoria, en relación a 'Inti'. La mayor acumulación de forraje,

para el período total, se logró en *L. albus*, cv. Multolupa, con 17,1 ton de m.s./ha, diferencia estadísticamente significativas ( $P \leq 0,01$ ), con los cultivares Victoria e Inti, con 14 ton/ha.

Los mayores contenidos de proteína, de hasta 25%, se lograron en el cuarto corte en 'Multolupa' y 'Victoria'; a partir de este corte se apreció una disminución del tenor proteico, observándose diferencias significativas entre cultivares, debido a diferentes precocidades de los materiales evaluados.

La energía metabolizable varió entre 2,9 a 3,2 Mcal/kg de m.s, obteniéndose los mayores valores en los primeros cortes. 'Multolupa' presentó el mayor valor durante todo el período de su evaluación.

**Palabras claves:** *Lupinus albus*, *Lupinus mutabilis*, variedades, composición química, proteína, valor energético, contenido de materia seca, secano.

## LITERATURA CITADA

- BURT, E.S. and HILL, G.D. 1990a. Yield and nutritive value of spring-sown sweet lupins (*Lupinus angustifolius*, cv. Uniharvest) for lambs. Grazed at four different stages of growth 1. Dry matter production and utilization. New Zealand Journal of Agriculture Research 33: 353-357.
- BURT, E.S. and HILL, G.D. 1990b. Yield and nutritive value of spring-sown sweet lupins (*Lupinus angustifolius*, cv. Uniharvest) for lambs. Grazed at four different stages of growth 2. Nutritive value. New Zealand Journal of Agriculture Research 33: 359-365.
- HILL, G.D. 1988. Lupins in sheep nutrition. Proceedings of the 5th International Lupin Conference, Poland, July, 1988. p.: 359-372.
- GARDENER, W.K.; PARBERY, D.G. and BARBER, D.A. 1982. The acquisition of phosphorus by *Lupinus albus* L.f. Some characteristics of the soil/root interface. Plant and Soil 68: 19-32.
- LORCA, M.L.A. 1983. Trébol rosado y Lupino. Chile Agrícola 8(82): 182-183.
- ROMERO Y., ORIELLA, y DEMANET F., ROLANDO. 1988. Forrajes suplementarios. En: Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Est. Exp. Carillanca, Area de Producción Animal, Programa Praderas, Informe Técnico 1987/88, Temuco, Chile. p.: 114-135\*.
- ROJAS G., CLAUDIO y ROMERO Y., ORIELLA. 1990. Sistema de crianza de Hereford utilizando festuca en trébol subterráneo en el valle de la IV Región. Agricultura Técnica (Chile) 50: 379-385.

---

\*La información contenida en estos documentos es accesible sólo a través de sus respectivos autores o de autoridades del INIA.